CHEMISCHE

UND

PHYSIKALISCH-CHEMISCHE UNTERSUCHUNG

DES

GERTRUDIS-SPRUDELS

ZU

BISKIRCHEN IM LAHNTALE,

SOWIE

UNTERSUCHUNG DESSELBEN AUF RADIOAKTIVITÄT.

AUSGEFÜHRT IM

CHEMISCHEN LABORATORIUM FRESENIUS

VON

DR H. FRESENIUS,
GEH. REGIERUNGSRAT UND PROFESSOR.

Der Gertrudis-Sprudel ist im Jahre 1906 auf dem in unmittelbarer Nähe des Gertrudisbrunnens gelegenen Eigentumsgelände des fürstlichen Hauses Solms-Braunfels in einer Tiefe von 63,70 Meter durch die Bohrfirma Bernhard Sonntag zu Cassel unter der Leitung des Ingenieurs Ph. Schermuly zu Weilburg (Lahn) etwa 300 Meter nördlich von dem Dorfe Biskirchen (Lahn) erbohrt worden*).

Das Bohrloch ist von der Sohle bis auf 60,70 Meter nach oben mit einem die Wandung umschliessenden Eisenrohr versehen, in welchem sich bis zur gleichen Höhe ein verzinntes Kupferrohr befindet, durch welches das Mineralwasser aufsteigt. Das Rohr ist umgeben von einem aus Cementbeton hergestellten cylindrischen Schacht von 4 Meter Tiefe, bei einer lichten Weite von 1,50 Meter. Über die Sohle dieses Schachtes ragt das verzinnte Kupferrohr 1 Meter empor, aus welchem in der Minute 122,18 Liter Mineralwasser heraussprudeln. Seitlich ist an dem Cementbetonschacht ein verzinntes Kupferrohr angebracht, durch welches der freie Ablauf des Mineralwassers erfolgt.

Auf Wunsch der fürstlich Solms-Braunfels'schen Rentkammer zu Braunfels habe ich im Jahre 1907 eine ausführliche chemische und physikalisch-chemische Untersuchung des Mineralwassers des »Gertrudis-Sprudels«, sowie eine Untersuchung desselben auf Radioaktivität ausgeführt.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen und Beobachtungen teile ich im Folgenden mit.

*) Die Angaben über Lage, Erbohrung und Fassung des Gertrudis-Sprudels verdanke ich der fürstlich Solms-Braunfels'schen Brunnenverwaltung in Biskirchen.

A. Physikalische Verhältnisse.

Am 24. Juli 1907 betrug die Temperatur des Mineralwassers des Gertrudis-Sprudels zu Biskirchen (Lahn) 12,0 ^{0} C.

Das Wasser ist im Trinkglase und in einer 5 Liter haltenden Flasche aus weissem Glase vollkommen klar und farblos. Nach einiger Zeit setzen sich an den Wandungen des Glases Gasblasen an. Der Geschmack des Wassers ist kohlensäuerlich, angenehm, erfrischend.

Das spezifische Gewicht des Mineralwassers ergab sich bei 17 ^{0} C. zu 1,002019*).

B. Chemische Verhältnisse.

Schüttelt man das Wasser in einer halb gefüllten 5-Literflasche, so entweicht Kohlensäure in reichlicher Menge. Das entwickelte Gas riecht schwach aber deutlich erkennbar nach Schwefelwasserstoff.

Beim Erwärmen und Kochen des Mineralwassers findet zunächst starke Kohlensäureentwicklung statt, dann tritt Opaleszenz ein, schliesslich bildet sich eine gelbliche Trübung und nach längerem Kochen ein bräunlicher Niederschlag.

*) Bestimmt nach der von R. Fresenius angegebenen Methode, Zeitschrift für analytische Chemie, Band 1, Seite 178.

Zu Reagenzien verhält sich das der Quelle frisch entnommene Wasser folgendermafsen:

Blaues Lackmuspapier färbt sich im Wasser weinrot, beim Liegen an der Luft nimmt es wieder die blaue Farbe an.

Rotes Lackmuspapier zeigt anfangs keine Veränderung, beim Liegen an der Luft wird es blau.

Kurkumapapier zeigt sofort keine Veränderung, beim Liegen an der Luft wird es braun.

Salzsäure bewirkt starke Kohlensäureentwicklung; fügt man zu dem damit angesäuerten Wasser Chlorbaryumlösung hinzu, so tritt zuerst keine Veränderung ein, nach einiger Zeit entsteht eine geringe Opaleszenz.

Ammon bewirkt weisse Trübung.

Salpetersaures Silberoxyd erzeugt in dem mit Salpetersäure angesäuerten Wasser sofort eine starke weisse Trübung.

Oxalsaures Ammon bewirkt sofort weisse Trübung, nach einiger Zeit einen weissen Niederschlag.

Gerbsäure färbt das Wasser bald rotviolett, die Färbung wird dann dunkler.

Gallussäure färbt das Wasser bald blauviolett, die Färbung wird dann dunkler.

Ferrocyankalium bewirkt in dem mit Salzsäure angesäuerten Wasser nach einiger Zeit eine schwache aber deutlich wahrnehmbare blaugrüne Färbung, die später stärker wird.

Ferridcyankalium färbt das mit Salzsäure angesäuerte Wasser sofort deutlich blau.

Mit Jodzinkstärke und verdünnter Schwefelsäure liefert das Wasser auch nach längerem Stehen keine Blaufärbung, wodurch die Abwesenheit von salpetriger Säure erwiesen ist.

Die qualitative Analyse des Mineralwassers, nach der in R. Fresenius' Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse, 16. Auflage, § 211 ff. angegebenen Methode ausgeführt, liess folgende Bestandteile erkennen. Die eingeklammerten sind nur in Spuren vorhanden und wurden deshalb nicht quantitativ bestimmt.

Basen:	Säuren und Halogene:
Natron,	Kohlensäure,
Kali,	Schwefelsäure,
(Cäsion),	Phosphorsäure,
(Rubidion),	(Borsäure),
Lithion,	Kieselsäure,
Ammon,	Chlor,
Kalk,	Jod,
Baryt,	Brom.
Strontian,	
Magnesia,	
(Tonerde),	
Eisenoxydul,	
Manganoxydul,	
(Kupferoxyd).	

Die quantitative Analyse wurde im wesentlichen nach den Methoden ausgeführt, welche in R. Fresenius' Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse, 6. Auflage, § 208 ff. angegeben sind.

Nachstehend teile ich unter I. die Originalzahlen, unter II. die Berechnung der Analyse, unter III. die Kontrolle derselben und unter IV. die Zusammenstellung der Resultate mit.

I. Originalzahlen.

1. Bestimmung des Chlors.

a) 100,10 *g* Wasser lieferten 0,1714 *g* Chlor-, Brom- und Jodsilber, entsprechend . . . . 1,712287 p. M.

b) 100,07 *g* Wasser lieferten 0,1713 *g* Chlor-, Brom- und Jodsilber, entsprechend . . . . . 1,711802 « «

Mittel . . 1,712045 p. M.

Zieht man hiervon ab das dem Brom und Jod entsprechende Brom- und Jodsilber, nämlich:

für Brom: Bromsilber (nach 2 b) 0,000868 p. M.

für Jod: Jodsilber (nach 2 a) . 0,000080 « «

Summe . . 0,000948 « «

so bleibt Chlorsilber . . 1,711097 p. M.

entsprechend Chlor . 0,423060 « «

2. Bestimmung des Jods und Broms.

a) 47200 *g* Wasser lieferten so viel freies, in Schwefelkohlenstoff gelöstes Jod, dass zu dessen Überführung in Jodnatrium 12,0 *cc* einer Lösung von Natriumthiosulfat nötig waren, von welcher 11,5 *cc* 0,001947 *g* Jod entsprachen. Hieraus berechnet sich ein Gehalt an Jod von 0,002032 *g*, entsprechend . 0,000043 p. M.

entsprechend Jodsilber . 0,000080 « «

b) Die vom Jod getrennte Lösung ergab, mit Silberlösung gefällt, 4,2610 *g* Chlor-Bromsilber:

α) 1,7175 *g* desselben ergaben, im Chlorstrom geschmolzen, eine Gewichtsabnahme von 0,0039 *g*. Die Gesamtmenge des Chlor-Bromsilbers hätte somit abgenommen um . . . . 0,0097 *g*

β) 1,7648 *g* nahmen ab um 0,0040 *g*. Demnach die Gesamtmenge um . . . . 0,0097 «

Also Abnahme des Chlor-Bromsilbers im Mittel 0,0097 *g*

Hieraus berechnet sich der Bromsilbergehalt der 47200 *g* Wasser zu 0,040947 *g*, entsprechend . . . 0,000868 p. M.

entsprechend Brom . 0,000369 « «

3. Bestimmung der Schwefelsäure.

a) 530,20 *g* Wasser lieferten 0,0186 *g* schwefelsauren Baryt, entsprechend Schwefelsäure . . . . 0,012030 p. M.

b) 508,90 *g* Wasser lieferten 0,0178 *g* schwefelsauren Baryt, entsprechend Schwefelsäure . . . . 0,011995 « «

Mittel . . 0,012013 p. M.

4. Bestimmung der Kohlensäure.

a) 143,791 *g* Wasser lieferten in Natronkalkröhren aufgefangene Kohlensäure 0,2947 *g*, entsprechend 2,049507 p. M.

b) 125,872 *g* lieferten 0,2563 *g* Kohlensäure, entsprechend . . . . 2,036196 « «

Mittel . . 2,042852 p. M.

5. Bestimmung der Kieselsäure.

a) 2104,7 *g* Wasser lieferten 0,0305 *g* Kieselsäure, entsprechend	0,014491 p. M.
b) 1974,8 *g* Wasser lieferten 0,0288 *g* Kieselsäure, entsprechend	0,014583 « «
Mittel . .	0,014537 p. M.

6. Bestimmung des Eisenoxyduls.

a) Das Filtrat von 5a lieferte 0,0338 *g* Eisenoxyd, entsprechend Eisenoxydul	0,014451 p. M.
b) Das Filtrat von 5b lieferte 0,0314 g Eisenoxyd, entsprechend Eisenoxydul	0,014308 « «
Mittel . .	0,014380 p. M.

7. Bestimmung des Kalks.

a) Das in 6a erhaltene Filtrat wurde in schwach essigsaurer Lösung mit oxalsaurem Ammon gefällt. Die oxalsauren Salze ergaben, in kohlensaure Verbindungen übergeführt, 0,8367 *g* kohlensauren Kalk und Strontian, entsprechend	0,397539 p. M.
b) Das Filtrat von 6b lieferte 0,7853 *g* kohlensauren Kalk und Strontian, entsprechend	0,397661 « «
Mittel . .	0,397600 p. M.
Zieht man hiervon ab die nach 12c vorhandene Menge kohlensauren Strontians mit	0,002035 « «
so bleibt kohlensaurer Kalk . .	0,395565 p. M.
entsprechend Kalk . .	0,221690 « «

8. Bestimmung der Magnesia.

a) Das Filtrat von 7a lieferte 0,5824 *g* pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend Magnesia . .	0,100289 p. M.
b) Das Filtrat von 7b lieferte 0,5466 *g* pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend Magnesia . .	0,100316 « «
Mittel . .	0,100303 p. M.

9. Bestimmung der Chloralkalimetalle.

a) Das Filtrat von 3a lieferte 0,5515 *g* vollkommen reine Chloralkalimetalle, entsprechend . .	1,040174 p. M.
b) Das Filtrat von 3b lieferte 0,5305 *g* vollkommen reine Chloralkalimetalle, entsprechend . .	1,042444 « «
Mittel . .	1,041309 p. M.

10. Bestimmung des Kalis.

Aus den in 9 erhaltenen Chloralkalimetallen wurde das Kali als Kaliumplatinchlorid abgeschieden. Es ergaben sich:

a) 0,0761 *g* Kaliumplatinchlorid, entsprechend Kali	0,027713 p. M.
b) 0,0732 *g* Kaliumplatinchlorid, entsprechend Kali	0,027773 « «
Mittel . .	0,027743 p. M.
entsprechend Chlorkalium . .	0,043896 « «

11. Bestimmung des Lithions.

15165 *g* Wasser lieferten reines, basisch phosphorsaures Lithion 0,0561 *g*, entsprechend Lithion . .	0,001437 p. M.
oder Chlorlithium . .	0,004061 « «

12. Bestimmung des Manganoxyduls, des Baryts und des Strontians.

a) 47200 *g* Wasser lieferten 0,0147 *g* Manganoxyduloxyd, entsprechend Manganoxydul	0,000290 p. M.
b) 9440 *g* Wasser lieferten 0,0036 *g* chromsauren Baryt, entsprechend Baryt	0,000231 « «
c) 9440 *g* Wasser lieferten 0,0239 *g* schwefelsauren Strontian, entsprechend Strontian	0,001428 « «
entsprechend kohlensaurem Strontian	0,002035 « «

13. Bestimmung des Ammons.

2017,0 *g* Wasser wurden nach dem Ansäuern mit Salzsäure auf ein kleines Volumen eingekocht und alsdann mit gebrannter Magnesia destilliert. Das Destillat wurde in $^{1}/_{10}$-Normalschwefelsäure aufgefangen und der Überschuss der vorgelegten Säure mit $^{1}/_{10}$-Normalnatronlauge zurückbestimmt. Zur Neutralisation des übergegangenen Ammoniaks waren erforderlich 1,7 *cc* $^{1}/_{10}$-Normalschwefelsäure, entsprechend Ammon . . . . 0,002195 p. M.

14. Bestimmung der Phosphorsäure.

48150 *g* Wasser, der Inhalt eines grossen Ballons, wurden auf etwa 5 Liter eingedampft und mit Salzsäure bis zu deutlich saurer Reaktion versetzt. Man fügte nun etwas Eisenchlorid, dann überschüssigen gefällten reinen kohlensauren Kalk zu, mischte wiederholt und liess schliesslich den entstandenen ockerfarbenen Niederschlag sich absetzen. Derselbe musste neben überschüssigem Eisenoxydhydrat alle Phosphorsäure enthalten. Man filtrierte ihn ab, wusch ihn, löste in Salzsäure und behandelte mit Schwefelwasserstoff unter Erwärmen. Aus dem Filtrat wurde der Schwefelwasserstoff weggekocht und dann wurde die Kieselsäure durch Eindampfen abgeschieden. Das Filtrat hiervon wurde auf dem Wasserbade wiederholt mit Salpetersäure verdampft und die Phosphorsäure mit molybdänsaurem Ammon gefällt. Der erhaltene Niederschlag wurde in phosphorsaure Ammonmagnesia übergeführt. Nach dem Glühen erhielt man daraus pyrophosphorsaure Magnesia 0,0062 *g*, entsprechend Phosphorsäure . . . . 0,000082 p. M.

15. Bestimmung des Natrons.

Chloralkalimetalle sind vorhanden (nach 9) . . .		1,041309 p. M.
Davon geht ab:		
Chlorkalium (nach 10)	0,043896 p. M.	
Chlorlithium (nach 11)	0,004061 « «	
Summe . .		0,047957 « «
Rest: Chlornatrium . .		0,993352 p. M.
entsprechend Natron . .		0,527241 « «

16. Bestimmung der beim Abdampfen mit Schwefelsäure und Glühen des erhaltenen Rückstandes in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammon sich ergebenden Sulfate etc.

a) 206,15 *g* Wasser lieferten Sulfate etc. 0,4422 *g*, entsprechend . . 2,145040 p. M.

b) 205,75 *g* Wasser lieferten Sulfate etc. 0,4416 *g*, entsprechend . . 2,146299 « «

Mittel . . 2,145669 p. M.

17. Bestimmung der Säure abstumpfenden Bestandteile des Wassers.

a) 251 *g* Wasser, mit Normalsäure übersättigt, die Kohlensäure durch Kochen verjagt und mit Normallauge zurücktitriert, gebrauchten 4,65 *ccm* Normalsäure, demnach 1000 *g* Wasser . . . . 18,53 *ccm*

b) 250,5 *g* Wasser gebrauchten 4,6 *ccm* Normalsäure, demnach 1000 *g* Wasser . . . . 18,36 *ccm*

Mittel . . 18,45 *ccm*

II. Berechnung der Analyse.

a) Chlorkalium.

Kali ist vorhanden (10)	0,027743 p. M.
entsprechend Kalium	0,023036 « «
bindend Chlor	0,020860 « «
zu Chlorkalium . .	0,043896 p. M.

b) Chlorammonium.

Ammon ist vorhanden (13)	0,002195 p. M.
entsprechend Ammonium	0,001522 « «
bindend Chlor	0,002988 « «
zu Chlorammonium . .	0,004509 p. M.

c) Chlornatrium.

Chlor ist vorhanden (1)		0,423060 p. M.
Davon ist gebunden:		
an Kali (a)	0,020860 p. M.	
« Ammonium (b)	0,002988 « «	
Summe . .		0,023848 « «
Rest: Chlor . .		0,399212 p M
bindend Natrium . .		0,259572 « «
zu Chlornatrium . .		0,658784 p. M.

d) Bromnatrium.

Brom ist vorhanden (2 b)	0,000369 p. M.
bindend Natrium	0,000106 « «
zu Bromnatrium . .	0,000475 p. M.

e) Jodnatrium.

Jod ist vorhanden (2 a)	0,000043 p. M.
bindend Natrium	0,000008 « «
zu Jodnatrium . .	0,000051 p. M.

f) Natriumsulfat.

Schwefelsäure ist vorhanden (3)	0,012013 p. M.
bindend Natron	0,009318 « «
zu Natriumsulfat . .	0,021331 p. M.

g) Natriumhydrokarbonat.

Natron ist vorhanden (15)		0,527241 p. M.
Davon ist gebunden:		
in Form von Natrium an Chlor (c)	0,349662 p. M.	
« « « « « Brom (d)	0,000143 « «	
« « « « « Jod (e) .	0,000011 « «	
an Schwefelsäure (f)	0,009318 « «	
Summe . .		0,359134 « «
Rest: Natron . .		0,168107 p. M.
bindend Kohlensäure . .		0,238219 « «
« Wasser . . .		0,048770 « «
zu Natriumhydrokarbonat . .		0,455096 p. M.

h) Lithiumhydrokarbonat.

Lithion ist vorhanden (11)	0,001437 p. M.
bindend Kohlensäure	0,004207 « «
« Wasser	0,000861 « «
zu Lithiumhydrokarbonat . .	0,006505 p. M.

i) Kalziumhydrophosphat.

Phosphorsäure ist vorhanden (14)	0,000082 p. M.
bindend Kalk	0,000065 « «
« Wasser	0,000010 « «
zu Kalziumhydrophosphat . .	0,000157 p. M.

k) Kalziumhydrokarbonat.

Kalk ist vorhanden (7)	0,221690 p. M.
Davon ist gebunden:	
an Phosphorsäure (i) . .	0,000065 « «
Rest: Kalk . .	0,221625 p. M.
bindend Kohlensäure . .	0,347647 « «
« Wasser . . .	0,071173 « «
zu Kalziumhydrokarbonat . .	0,640445 p. M.

l) Magnesiumhydrokarbonat.

Magnesia ist vorhanden (8)	0,100303 p. M.
bindend Kohlensäure	0,218698 « «
« Wasser	0,044774 « «
zu Magnesiumhydrokarbonat . .	0,363775 p. M.

m) Strontiumhydrokarbonat.

Strontian ist vorhanden (12c)	0,001428 p. M.
bindend Kohlensäure	0,001213 « «
« Wasser	0,000248 « «
zu Strontiumhydrokarbonat . .	0,002889 p. M.

n) Baryumhydrokarbonat.

Baryt ist vorhanden (12b)	0,000231 p. M.
bindend Kohlensäure	0,000133 « «
« Wasser	0,000027 « «
zu Baryumhydrokarbonat . .	0,000391 p. M.

o) Ferrohydrokarbonat.

Eisenoxydul ist vorhanden (6)	0,014380 p. M.
bindend Kohlensäure	0,017600 « «
« Wasser	0,003603 « «
zu Ferrohydrokarbonat . .	0,035583 p. M.

p) Manganohydrokarbonat.

Manganoxydul ist vorhanden (12 a)	0,000290 p. M.
bindend Kohlensäure	0,000359 « «
« Wasser	0,000074 « «
zu Manganohydrokarbonat . .	0,000723 p. M.

q) Meta-Kieselsäure.

Kieselsäure ist vorhanden (5)	0,014537 p. M.
entsprechend Meta-Kieselsäure	0,018873 « «

r) Völlig freie Kohlensäure.

Kohlensäure ist vorhanden (4)		2,042852 p. M
Davon ist gebunden:		
an Natron (g)	0,238219 p. M.	
« Lithion (h)	0,004207 « «	
« Kalk (k)	0,347647 « «	
« Magnesia (l)	0,218698 « «	
« Strontian (m)	0,001213 « «	
« Baryt (n)	0,000133 « «	
« Eisenoxydul (o)	0,017600 « «	
« Manganoxydul (p)	0,000359 « «	
Summe . .		0,828076 « «
Rest: völlig freie Kohlensäure . .		1,214776 p M.

III. Kontrolle der Analyse.

1. Berechnet man die einzelnen Bestandteile des Wassers auf den Zustand, in welchem sie in dem Rückstand enthalten sein müssen, der in 16 durch Abdampfen mit Schwefelsäure und Glühen in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammon erhalten wurde, so erhält man folgende Zahlen:

Gefunden:	Natron 0,527241 p. M., berechnet als schwefelsaures Natron	1,206966 p. M.
«	Kali 0,027743 p. M., berechnet als schwefelsaures Kali	0,051297 « «
«	Lithion 0,001437 p. M., berechnet als schwefelsaures Lithion	0,005264 « «
«	Kalk 0,221690 p. M.. berechnet als schwefelsaurer Kalk	0,538063 « «
«	Magnesia 0,100303 p. M., berechnet als schwefelsaure Magnesia	0,299269 « «
«	Strontian 0,001428 p. M., berechnet als schwefelsaurer Strontian	0,002532 « «
«	Baryt 0,000231 p. M., berechnet als schwefelsaurer Baryt	0,000352 « «
«	Eisenoxydul 0,014380 p. M., berechnet als Eisenoxyd	0,015980 « «
«	Manganoxydul 0,000290 p. M., berechnet als schwefelsaures Manganoxydul .	0,000617 « «
«	Phosphorsäure	0,000082 « «
«	Kieselsäure	0,014537 « «
		2,134959 p. M.
Direkt gefunden (16)		2,145669 « «

2. Die Säure abstumpfenden Bestandteile in 1000 g Wasser verlangen Normalsäure:

0,455096 g	Natriumhydrokarbonat	5,414 ccm
0,006505 «	Lithiumhydrokarbonat	0,096 «
0,640445 «	Kalziumhydrokarbonat	7,901 «
0,363775 «	Magnesiumhydrokarbonat	4,970 «
0,002889 «	Strontiumhydrokarbonat	0,028 «
0,000391 «	Baryumhydrokarbonat	0,003 «
0,000723 «	Manganohydrokarbonat	0,008 «
		18,420 ccm
Gebraucht wurden nach 17		18,450 «

IV. Zusammenstellung der Resultate.

Bestandteile des Gertrudis-Sprudels.

a) Die kohlensauren Salze als wasserhaltige Bikarbonate, die Kieselsäure als Hydrat und sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet:

α) In wägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

	In 1000 Gewichtsteilen Teile:
Natriumhydrokarbonat ($NaHCO_3$)	0.455096
Lithiumhydrokarbonat ($LiHCO_3$)	0,006505
Natriumchlorid ($NaCl$)	0,658784
Kaliumchlorid (KCl)	0,043896
Ammoniumchlorid (NH_4Cl)	0.004509
Natriumbromid ($NaBr$)	0.000475
Natriumjodid (NaJ)	0,000051
Natriumsulfat (Na_2SO_4)	0,021331
Kalziumhydrokarbonat [$Ca(HCO_3)_2$]	0,640445
Magnesiumhydrokarbonat [$Mg(HCO_3)_2$]	0,363775
Strontiumhydrokarbonat [$Sr(HCO_3)_2$]	0,002889
Baryumhydrokarbonat [$Ba(HCO_3)_2$]	0,000391
Ferrohydrokarbonat [$Fe(HCO_3)_2$]	0,035583
Manganohydrokarbonat [$Mn(HCO_3)_2$]	0,000723
Kalziumhydrophosphat ($CaHPO_4$)	0,000157
Kieselsäure (meta) (H_2SiO_3)	0,018873
Summe	2,253483
Freies Kohlendioxyd (CO_2)	1,214776
Summe aller Bestandteile	3,468259

β) In unwägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

Rubidium, Caesium, Tonerde, Kupfer, Borsäure.

Auf Volumen berechnet beträgt bei Quellentemperatur (12,0° C.) und Normalbarometerstand die völlig freie Kohlensäure in 1000 *ccm* Wasser 642,61 *ccm*.

b) Die Bestandteile des Mineralwassers, unter der Annahme vollständiger Dissoziation, als Ionen ausgedrückt.

Nimmt man an, dass die Salze in dem Mineralwasser vollständig dissoziiert sind, so gibt die folgende Tabelle den Gehalt eines Kilogramms desselben in Ionen an, und zwar sind in der ersten Spalte die Gramme, in der zweiten die Milligramm-Atom-, bezw. -Molekulargewichte (Milli-Molen) und in der dritten die Milligramm-Äquivalentgewichte pro Kilogramm angeführt.

Kationen in 1 Kilogramm.	Gramm.	Milli-Mol.	Milligramm-Äquivalente.
Kalium-Ion ($K^{\cdot}$)	0,023036	0,5884	0,5884
Natrium-Ion ($Na^{\cdot}$)	0,391398	16.9804	16,9804
Lithium-Ion ($Li^{\cdot}$)	0,000672	0,0956	0,0956
Ammonium-Ion ($NH_4^{\cdot}$) . .	0,001521	0,0843	0,0843
Kalzium-Ion ($Ca^{\cdot\cdot}$)	0.158463	3,9517	7,9034
Magnesium-Ion ($Mg^{\cdot\cdot}$) . .	0,060540	2,4852	4,9704
Baryum-Ion ($Ba^{\cdot\cdot}$) . . .	0,000207	0,0015	0,0030
Strontium-Ion ($Sr^{\cdot\cdot}$) . . .	0,001208	0.0138	0,0276
Ferro-Ion ($Fe^{\cdot\cdot}$)	0.011180	0.2000	0.4000
Mangano-Ion ($Mn^{\cdot\cdot}$) . . .	0.000225	0,0041	0,0082
			31,0613
Anionen in 1 Kilogramm.			
Chlor-Ion (Cl')	0,423060	11,9340	11,9340
Brom-Ion (Br')	0,000369	0.0046	0,0046
Jod-Ion (J')	0.000043	0,0003	0,0003
Hydrophosphat-Ion (HPO_4'')	0,000111	0.0012	0,0024
Sulfat-Ion (SO_4'')	0,014414	0,1500	0,3001
Hydrokarbonat-Ion (HCO_3')	1,148165	18,8199	18,8199
			31,0613
Kieselsäure (meta) (H_2SiO_3)	0,018873	0,2407	
Freies Kohlendioxyd (CO_2) .	1,214776	27.6085	

C. Physikalisch-chemische Untersuchung.

Die physikalisch-chemische Untersuchung erstreckte sich auf die Bestimmung der spezifischen Leitfähigkeit und auf die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung. Die Untersuchungen wurden an der Mineralquelle selbst mit frisch entnommenem Mineralwasser ausgeführt. Die Bestimmung der Leitfähigkeit geschah an demselben Tage, an welchem auch die Entnahme des Mineralwassers für die chemische Analyse erfolgte, am 24. Juli 1907. Die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung wurde am darauffolgenden Tage, am 25. Juli 1907, ausgeführt.

Spezifische Leitfähigkeit

Die spezifische Leitfähigkeit wurde mit Hilfe der Telephonmessbrücke bestimmt. Die Länge des gerade ausgespannten Brückendrahtes betrug 1000 mm. Das Widerstandsgefäss hatte die Kohlrausch'sche U-förmige Gestalt und stand in einem durch einen schlechten Wärmeleiter gegen die Aussentemperatur geschützten Blechkasten, der mit frisch entnommenem Mineralwasser gefüllt war.

Die Ergebnisse der Einzelbestimmungen sind folgende:

Kapazität des Widerstandsgefässes.
Inhalt: $^{1}/_{50}$ Normal-Chlorkalium-Lösung.
Temperatur: + 13° C.

Widerstand R im Rheostaten	Ablesung a auf dem Brückendraht	$\frac{a}{1000-a}$	Gesuchter Widerstand Ω
1120	516	1,0661	1194,1
1140	510	1,0408	1186,5
1160	506	1,0243	1188,2
1220	495	0,9802	1195,9
1240	490	0,9608	1191,4
1260	487	0,9493	1196,1
1280	482	0,9305	1191,1
1360	467	0,8762	1191,6
1400	461	0,8553	1197,7
1360	468	0,8797	1196,4
1280	481	0,9268	1186,3
		Mittel	1192,3

Spezifische Leitfähigkeit: $\varkappa_{13,0^0} = 0,002142$ (nach Kohlrausch).
Kapazität des Gefässes: $C = 0,002142 \times 1192,3 =$ **2,5539**.

Bestimmung der Leitfähigkeit.
Temperatur: + 13° C.

Widerstand R im Rheostaten	Ablesung a auf dem Brückendraht	$\frac{a}{1000-a}$	Gesuchter Widerstand Ω
1140	518	1,0747	1225,1
1160	515	1,0619	1231,8
1260	493	0,9724	1225,2
1280	490	0,9608	1229,8
1300	486	0,9455	1229,2
1320	482	0,9305	1228,3
1340	479	0,9194	1231,9
1360	474	0,9011	1225,5
1380	471	0,8904	1228,7
1400	466	0,8727	1221,7
1440	459	0,8484	1221,7
1340	479	0,9194	1231,9
			1227,5

$$\varkappa_{13,0^0} = \frac{C}{1227,5} = \textbf{0,0020806 reziproke Ohm.}$$

Die spezifische Leitfähigkeit des Gertrudis-Sprudels zu Biskirchen a. d. Lahn bei 13° C., d. h. die Leitfähigkeit einer Schicht von 1 *cm* Länge und 1 *qcm* Querschnitt beträgt hiernach 0,00020806 reziproke Ohm. Nach der Zusammenstellung Seite 18 enthält ein Kilogramm Mineralwasser 31,0613 *mg*-Äquivalente Kationen und 31,0613 *mg*-Äquivalente Anionen, folglich auch eben so viele Milligramm-Äquivalente Salze. Mit Hilfe des spezifischen Gewichts des Mineralwassers (S. 4) ergibt sich hieraus die Äquivalent-Konzentration eines Kubikzentimeters Wasser des Gertrudis-Sprudels zu Biskirchen zu 0,0000311241.

Dividiert man die spezifische Leitfähigkeit $\varkappa_{13,0^0 C} = 0,0020806$ durch die Äquivalent-Konzentration 0,0000311241, so erhält man die Äquivalent-Leitfähigkeit Λ, bezogen auf 1/(*cm*-Ohm) bei 13° C. = 66,85.

Gefrierpunkts-Erniedrigung.

Behufs Bestimmung der Gefrierpunkts-Erniedrigung wurde das Wasser der Quelle in Flaschen gefüllt, und diese wurden, um jeden Verlust an Kohlensäure zu vermeiden, fest zugestopft in Eis gestellt. Nach längerer Zeit wurde das so abgekühlte Wasser in das in der Kältemischung befindliche Gefriergefäss des Beckmann'schen Apparates gebracht und die Bestimmung ausgeführt. Es ergab sich eine Gefrierpunktserniedrigung des Wassers der Quelle um — 0,100° C.

Hieraus berechnet sich die osmotische Konzentration der im Wasser des Gertrudis-Sprudels zu Biskirchen a. d. Lahn gelösten Stoffe zu

$$\frac{-0,100}{-1,85} = 0,054054 \text{ Molen.}$$

D. Untersuchungen über die Radioaktivität des Gertrudis-Sprudels.

Die Bestimmung der Radioaktivität wurde sowohl am 25. Juli 1907 als auch am 7. August 1907 an Ort und Stelle mit der Quelle frisch entnommenem Wasser ausgeführt und dann am 7. August entnommenes Wasser in sofort fest zugestopften Flaschen nach Wiesbaden gesandt, wo die Bestimmung mit diesem Wasser am 13. August 1907 wiederholt wurde, um den Spannungsabfall in diesem Zeitraum zu bestimmen.

Es wurde nach den Angaben von F. Himstedt[1]) unter Benutzung des von J. Elster und H. Geitel[2]) konstruierten Apparates verfahren.

Das Wasser des Gertrudis-Sprudels wurde radioaktiv befunden.

In erster Linie wurde der Spannungsabfall, den die Luft des Arbeitsraumes pro Stunde herbeiführte, bestimmt. Am 25. Juli betrug derselbe, nachdem er bei viertelstündiger Beobachtung konstant geworden war, 2,3 Volt für 60 Minuten, am 7. August betrug er 0,8 Volt.

Nun wurden 362 *cc* des Wassers des Gertrudis-Sprudels, entsprechend $^1/_{20}$ des Luftvolumens des ganzen Apparatenkreises, das 7,23 Liter betrug, in die Woulfe'sche Flasche gebracht und die Gesamtmenge Luft viermal so durch das Wasser hindurchgepresst, dass sie nach dem Trocknen in die Glocke zurückgelangte.

Nachdem dies geschehen, wurde wieder viertelstündlich beobachtet. Es ergab sich, dass die durch das Wasser des Gertrudis-Sprudels. durchgetriebene Luft am 25. Juli 1907 einen Spannungsabfall von 12,6 Volt und am 7. August 1907 einen Spannungsabfall von 11,1 Volt in 60 Minuten bewirkte.

Zieht man hiervon ab den an den beiden Tagen beim Prüfen der Luft, in der gearbeitet wurde, gefundenen Spannungsabfall von 2,3, respektive 0,8 Volt, so bleibt für das Wasser des Gertrudis-

---

[1]) Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. **13**, 101, (1903); **14**, 181 (1904), auch Drude's Annalen **12**, 107 (1903); **13**, 573 (1904).

[2]) Zeitschr. für Instrumentenkunde **24**, 193 (1904).

Sprudels sowohl für das am 25. Juli als auch für das am 7. August 1907 der Quelle frisch entnommene ein Spannungsabfall von 10,3 Volt.

Die am 13. August mit am 7. August entnommenem und nach Wiesbaden gesandtem Wasser im hiesigen Laboratorium ausgeführten Versuche hatten folgendes Ergebnis:

Der Spannungsabfall der Luft des Arbeitsraumes betrug in 60 Minuten 4.0 Volt.

Der Spannungsabfall der durch das Wasser des Gertrudis-Sprudels gepressten Luft betrug in 60 Minuten 5,0 Volt.

Nach Abzug des Spannungsabfalls der Luft des Arbeitsraumes bleibt für das Wasser des Gertrudis-Sprudels nach 6tägigem Aufbewahren in verschlossener Flasche ein Spannungsabfall von 1 Volt in 60 Minuten.

Der Spannungsabfall des Gertrudis-Sprudels war also in fest zugestopfter Flasche innerhalb 6 Tagen von 10,3 auf 1 Volt, also um 9.3 Volt zurückgegangen.

E. Charakter des „Gertrudis-Sprudels" und Vergleichung desselben mit anderen Mineralquellen.

Das Mineralwasser des »Gertrudis-Sprudels« gehört zu den alkalisch-erdig-muriatischen Säuerlingen, also zu den Mineralwassern, welche freie Kohlensäure in erheblicher Menge, Natriumhydrokarbonat, Kalziumhydrokarbonat und Magnesiumhydrokarbonat in beträchtlicher Menge enthalten, dabei relativ reich an Chloriden, insbesondere Chlornatrium, und arm an Sulfaten sind. Der Hauptbestandteil ist freie Kohlensäure mit 1,215 p. M., dann folgt das Natriumchlorid mit 0,659 p. M., das Kalziumhydrokarbonat mit 0,640 p. M., das Natriumhydrokarbonat mit 0,455 p. M., das Magnesiumhydrokarbonat mit 0,364 p. M., die übrigen Bestandteile treten mehr zurück. Von diesen ist noch besonders zu erwähnen das Ferrohydrokarbonat mit 0,036 p. M., das Natriumbromid mit 0,000475 p. M. und das Natriumjodid mit 0,000051 p. M.

Gegenüber dem »Gertrudisbrunnen« ist der »Gertrudis-Sprudel« viel schwächer mineralisiert: sein Gesamtgehalt an gelösten fixen Bestandteilen beträgt 2,253 p. M., während der des »Gertrudisbrunnens« 4,976 p. M. beträgt.

Das Mineralwasser des »Gertrudis-Sprudels« ist ein wertvolles und empfehlenswertes. Dasselbe eignet sich sowohl in rein natürlichem Zustande abgefüllt wie auch in sogenannter doppelt-kohlensaurer Füllung zur Verwendung als Tafelwasser.

Der »Gertrudis-Sprudel« wird auch als Heilquelle eine gewisse Bedeutung haben.

Jedenfalls gehört der »Gertrudis-Sprudel« zu denjenigen Mineralquellen, welchen der Schutz des in Vorbereitung begriffenen Quellenschutzgesetzes zugute kommt.

Welche Stellung der »Gertrudis-Sprudel« hinsichtlich seiner Hauptbestandteile unter anderen ähnlichen Mineralquellen einnimmt, geht aus den nachfolgenden vergleichenden Zusammenstellungen hervor. Diese Zusammenstellungen betreffen die Gehalte an: 1. Natriumhydrokarbonat, 2. Kalziumhydrokarbonat, 3. Magnesiumhydrokarbonat, 4. Ferrohydrokarbonat, 5. Chlornatrium, 6. Bromnatrium, 7. Jodnatrium und 8. freiem Kohlendioxyd.

Zum Vergleich ziehe ich heran den Gertrudisbrunnen in Biskirchen, die Bernhardsquelle in Tölz, die Kronenquelle in Salzbrunn und die Hirschquelle in Teinach.

1. Vergleichung des Gehaltes an Natriumhydrokarbonat.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Natriumhydrokarbonat:
Salzbrunn, Kronenquelle	0,8762
Biskirchen, Gertrudisbrunnen	0,7279
Teinach, Hirschquelle	0,6093
Biskirchen, Gertrudis-Sprudel	0,4551
Tölz, Bernhardsquelle	0,3738

2. Vergleichung des Gehaltes an Kalziumhydrokarbonat.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Kalziumhydrokarbonat:
Biskirchen, Gertrudisbrunnen	1,204
Teinach, Hirschquelle	1,092
Salzbrunn, Kronenquelle	0,7091
Biskirchen, Gertrudis-Sprudel	0,6404
Tölz, Bernhardsquelle	0.1145

3. Vergleichung des Gehaltes an Magnesium-hydrokarbonat.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Magnesium-hydrokarbonat:
Biskirchen, Gertrudisbrunnen	0,7464
Salzbrunn, Kronenquelle	0.4045
Teinach, Hirschquelle	0,3812
Biskirchen, Gertrudis-Sprudel	0,3638
Tölz, Bernhardsquelle	0,0340

4. Vergleichung des Gehaltes an Ferrohydrokarbonat.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Ferrohydrokarbonat:
Biskirchen, Gertrudis-Sprudel	0,0356
Salzbrunn, Kronenquelle	0,0083
Teinach, Hirschquelle	0,0036
Tölz, Bernhardsquelle	0,000278
Biskirchen, Gertrudisbrunnen	—

5. Vergleichung des Gehaltes an Chlornatrium.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Chlornatrium:
Biskirchen, Gertrudisbrunnen	2,134
Biskirchen, Gertrudis-Sprudel	0,6587
Tölz, Bernhardsquelle	0,2904
Teinach, Hirschquelle	0,04035
Salzbrunn, Kronenquelle	0.03167

6. Vergleichung des Gehaltes an Bromnatrium.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Bromnatrium:
Biskirchen, Gertrudisbrunnen	0,001042
Biskirchen, Gertrudis-Sprudel	0,000475
Salzbrunn, Kronenquelle	—
Teinach, Hirschquelle	—
Tölz, Bernhardsquelle	—

7. Vergleichung des Gehaltes an Jodnatrium.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Jodnatrium:
Tölz, Bernhardsquelle	0,001601
Biskirchen, Gertrudis-Sprudel	0,000051
Biskirchen, Gertrudisbrunnen	0,000006
Salzbrunn, Kronenquelle	—
Teinach, Hirschquelle	—

8. Vergleichung des Gehaltes an freiem Kohlendioxyd.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile freies Kohlendioxyd:
Teinach, Hirschquelle	1.912
Salzbrunn, Kronenquelle	1,570
Biskirchen, Gertrudis-Sprudel	1,2148
Tölz, Bernhardsquelle	0,0148
Biskirchen, Gertrudisbrunnen	nicht bestimmt.